

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-258795

(43)Date of publication of application : 03.10.1997

(51)Int.Cl. G10L 9/14
G10L 9/18
H03H 17/00
H03H 17/02
H03H 17/02
H03M 7/30

(21)Application number : 08-096040

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 25.03.1996

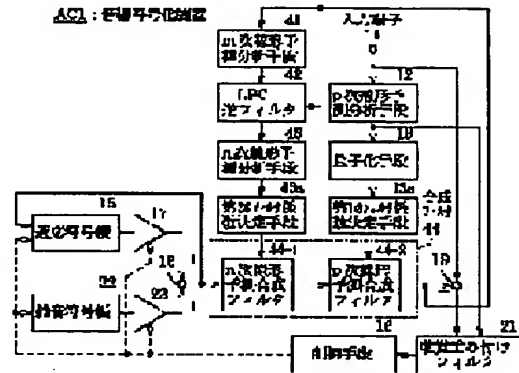
(72)Inventor : SASAKI SHIGEAKI
KATAOKA AKITOSHI
MORIYA TAKEHIRO
HAYASHI SHINJI

(54) DIGITAL FILTER AND SOUND CODING/DECODING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain acoustic sense weighting and noise suppression based on fine spectral structure of an acoustic signal containing voice by cascade- connecting digital filters respectively obtained from a p-order linear predictive coefficient of an input signal and an n-order linear predictive coefficient of a predictive residual signal.

SOLUTION: A linear predictive analyzing means 12 performs linear predictive analysis of an input signal in a present frame so as to obtain a p-order linear prediction coefficient α . A linear predictive analyzing means 41 performs linear predictive analysis of a composite signal over past frames so as to obtain an m-order linear prediction coefficient. With this linear prediction coefficient as a filter coefficient, inverse filtering of LPC is performed in a digital filter 42 to obtain a predictive residual signal. A linear predictive analyzing means 43 performs linear predictive analysis of this predictive residual signal to obtain an n-order linear prediction coefficient β . Digital filters 44-1, 44-2 obtained using obtained α , β are cascade-connected and used as a composite filter 44.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-258795

(43) 公開日 平成9年(1997)10月3日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 L 9/14			G 1 0 L 9/14	H
	9/18		9/18	J
				E
H 0 3 H 17/00	6 0 1	9274-5 J	H 0 3 H 17/00	6 0 1 G
17/02	6 3 5	9274-5 J	17/02	6 3 5 D
審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 19 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平8-96040

(22) 出願日 平成8年(1996)3月25日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 佐々木 茂明

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 片岡 章俊

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 守谷 健弘

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 川久保 新一

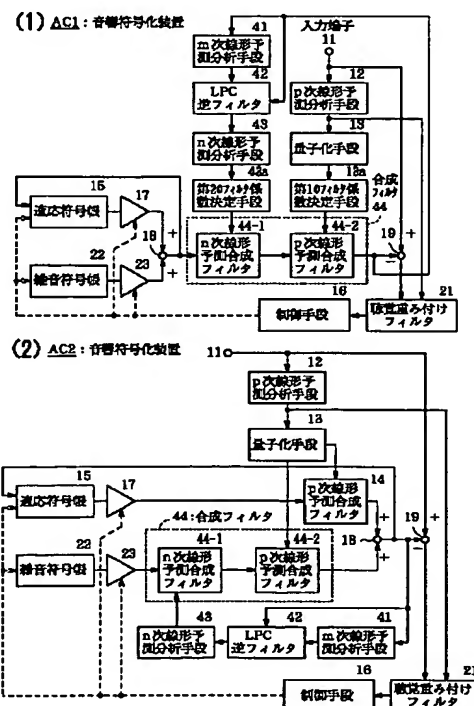
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタルフィルタおよび音響符号化/復号化装置

(57) 【要約】

【課題】 音声を含む音響信号の微細スペクトル構造、この微細スペクトル構造に基づいた聴覚重み付け、雑音抑圧を、デジタルフィルタとして提供するものである。

【解決手段】 入力信号に対してp次の線形予測分析を行い、このp次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、p次の線形予測によって求められた予測残差信号に対して、n次の線形予測を行い、n次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、それぞれ求められた全極型または移動平均型デジタルフィルタを縦続に接続したデジタルフィルタである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力信号系列に対して、 p 次の線形予測分析を行い、 p 次の予測係数を求める p 次線形予測分析手段と；上記 p 次の予測係数に基づいて、全極形または移動平均形デジタルフィルタのフィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段と；入力信号をLPC逆フィルタに通して、上記 p 次の線形予測の予測残差として得られた信号系列について、 n 次の線形予測を行う手段と；上記 n 次の予測係数に基づいて、全極形または移動平均形デジタルフィルタのフィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段と；上記 p 次の線形予測によってフィルタ係数が決定された第1の全極形または移動平均形デジタルフィルタと；上記 n 次の線形予測によってフィルタ係数が決定された第2の全極形または移動平均形デジタルフィルタと；上記第1のフィルタと上記第2のフィルタとを縦続接続する接続手段と；を有することを特徴とするデジタルフィルタ。

【請求項2】 音響の入力信号のスペクトル包絡のモデル化を線形予測分析で行い、上記音響の入力信号と符号化符号の合成信号との差信号が最小化するように上記符号化符号を決定し、上記差信号に対して聴覚特性に応じた重み付けを施す音響符号化装置において、

上記音響の入力信号に対して、 p 次の線形予測分析を行い、 p 次の予測係数を求める p 次の線形予測分析手段と；上記 p 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段と；上記入力信号をLPC逆フィルタに通して得られた p 次の線形予測の残差信号に対して、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測分析手段と；上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段と；上記複数のデジタルフィルタを縦続接続する接続手段と；を有することを特徴とする音響符号化装置における聴覚重み付けフィルタ。

【請求項3】 音響の入力信号のスペクトル包絡のモデル化を線形予測分析で行い、上記音響の入力信号と符号化符号の合成信号との差信号が最小化するように上記符号化符号を決定し、上記差信号に対して聴覚特性に応じた重み付けを施す音響符号化装置において、

上記音響の入力信号に対して、 p 次の線形予測分析を行い、 p 次の予測係数を求める p 次の線形予測分析手段と；上記 p 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段と；上記音響の入力信号における過去のフレームについての合成信号に対して、 m 次の線形予測分析を行い、 m 次の予測残差信号を求める m 次の線形予測分析手段と；上記 m 次の予測残差信号に基づいて、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測分析手段と；上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段と；上記複数のデジタルフィルタを縦続接続する接続手段と；を有することを特徴とする

音響符号化装置における聴覚重み付けフィルタ。

【請求項4】 音響の入力信号のスペクトル包絡のモデル化を線形予測分析で行い、上記音響の入力信号と符号化符号の合成信号との差信号が最小化するように上記符号化符号を決定し、上記差信号に対して聴覚特性に応じた重み付けを施す音響符号化装置において、

上記音響の入力信号に対して、 p 次の線形予測分析を行い、 p 次の予測係数を求める p 次の線形予測分析手段と；上記 p 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段と；上記音響の入力信号における過去のフレームにおいて、量子化予測係数に基づいてフィルタ係数が決定された合成フィルタに入力された信号を保存する信号保存手段と；上記信号保存手段に保存された信号に対して、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測分析手段と；上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段と；上記複数のデジタルフィルタを縦続接続する接続手段と；を有することを特徴とする音響符号化装置における聴覚重み付けフィルタ。

【請求項5】 音響の入力信号のスペクトル包絡のモデル化を線形予測分析で行い、上記音響の入力信号と符号化符号の合成信号との差信号が最小化するように上記符号化符号を決定し、上記合成信号の合成を行う音響符号化／復号化装置において、

上記音響の入力信号に対して、 p 次の線形予測分析を行い、 p 次の予測係数を求める p 次の線形予測分析手段と；上記 p 次の予測係数を量子化し、 p 次の量子化予測係数を作る量子化予測係数作成手段と；上記 p 次の量子化予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段と；過去のフレームにおける合成信号に対して、 m 次の線形予測分析を行い、 m 次の予測残差信号を求める m 次の線形予測分析手段と；上記 m 次の予測残差信号に対して、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測分析手段と；上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段と；上記複数のデジタルフィルタを縦続接続する接続手段と；を有することを特徴とする音響符号化／復号化装置。

【請求項6】 音響の入力信号のスペクトル包絡のモデル化を線形予測分析で行い、上記音響の入力信号と符号化符号の合成信号との差信号が最小化するように上記符号化符号を決定し、上記合成信号の合成を行う音響符号化／復号化装置において、

上記音響の入力信号に対して、 p 次の線形予測分析を行い、 p 次の予測係数を求める p 次の線形予測分析手段と；上記 p 次の予測係数を量子化し、 p 次の量子化予測係数を作る量子化予測係数作成手段と；上記 p 次の量子化予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段と；上記音響の入力信号における

過去のフレームにおいて、 p 次の量子化予測係数に基づいてフィルタ係数が決定された合成フィルタに入力された信号を保存する信号保存手段と；上記信号保存手段に保存された信号に対して、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測分析手段と；上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段と；上記複数のデジタルフィルタを縦続接続する接続手段と；を有することを特徴とする音響符号化／復号化装置。

【請求項7】 音響信号の符号化符号から得られる復号化合成信号に対して、量子化雑音を聴覚的に抑圧する音響復号化装置において、

過去のフレームを含む上記復号化合成信号に対して、 m 次の線形予測分析を行い、 m 次の予測残差信号を求める m 次の線形予測分析手段と；LPC逆フィルタを通して得られた m 次の予測残差信号に対して、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測手段と；上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段と；上記符号化符号から得られた n 次の線形予測係数によってフィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段と；包絡聴覚重み付けフィルタと；微細構造聴覚重み付けフィルタと；上記包絡聴覚重み付けフィルタと微細構造聴覚重み付けフィルタとを縦続に接続する接続手段と；を有することを特徴とする音響復号化装置におけるポストフィルタ。

【請求項8】 音響信号の符号化符号から合成された復号化合成信号に対して、量子化雑音を聴覚的に抑圧する音響復号化装置において、

過去のフレームにおいて、上記入力符号から得られた p 次の線形予測係数からフィルタ係数が決定された合成フィルタに入力された信号を保存する信号保存手段と；上記保存された信号に対して、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測手段と；上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段と；現在のフレームにおける上記符号化符号から得られた n 次の線形予測係数によってフィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段と；包絡聴覚重み付けフィルタと；微細構造聴覚重み付けフィルタと；上記包絡聴覚重み付けフィルタと上記微細構造聴覚重み付けフィルタとを縦続に接続する接続手段と；を有することを特徴とする音響復号化装置におけるポストフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、線形予測係数をフィルタ係数として使用するデジタルフィルタに係り、特に、音声や楽音等の音響信号の符号化において、聴覚特性を考慮した重み付けを行う聴覚重み付けフィルタ、音響信号の符号化符号の復号化合成における合成フィルタ、復号化合成信号の量子化雑音を聴覚特性に基づいて

抑圧するポストフィルタ等の音響信号処理用の全極形または移動平均形デジタルフィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】 線形予測によって求められた線形係数を符号化することによって、音響信号を低ビットレートに符号化する方法の典型として、CELP (Code Excited Linear Prediction: 符号励振線形予測) 方式が、従来、知られている。

【0003】 図9は、上記CELP方式による従来の音響符号化装置を示すブロック図であり、図9(1)は、従来の音響符号化装置AC4を示すブロック図である。

【0004】 この音響符号化装置AC4において、入力端子11に入力された入力音声信号は、5～20ms程度のフレーム毎に、線形予測分析手段12で線形予測分析され、 p 次の線形予測係数 α_{0i} ($i=1, 2, \dots, p$) が求められる。なお、「線形予測分析」は、音声信号のサンプル値が、それ以前の時刻のいくつかのサンプル値の線形結合で近似されるという考え方に基づくものである。

【0005】 そして、線形予測分析手段12が出力した線形予測係数 α_{0i} は、量子化手段13で量子化され、この量子化線形予測係数 α_{0i} は、フィルタ係数として、線形予測合成フィルタ14に設定される。合成フィルタ14の伝達関数 $h(z)$ は、次の式(1)で表わされる。

【0006】

【数1】

$$h(z) = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^p \alpha_i z^{-i}} \quad \dots (1)$$

合成フィルタ14へ入力されるべき励振信号（加算手段18が出力した信号）が適応符号帳15に記憶され、制御手段16が出力する符号に応じたピッチ周期で、適応符号帳15から励振信号（ベクトル）が切り出され、これが繰り返されてフレーム長とされ、利得付与手段17によって利得が付与され、加算手段18を通じて、励振信号として、合成フィルタ14へ供給される。

【0007】 合成フィルタ14が出力する合成信号が、減算手段19によって、入力信号から引かれ、この引かれた差分信号は、聴覚重み付けフィルタ21によって、聴覚特性のマスキング特性(?)と対応した重み付けがなされ、この重み付けされた差分信号のエネルギーが最小になるように、適応符号帳15の入力符号（つまりピッチ周期）が、制御手段16によって探索される。

【0008】 その後、制御手段16の制御によって、雑音符号帳22から励振ベクトルが順次取り出され、利得付与手段23で利得が付与された後、この利得が付与された励振ベクトルと、先に選択した適応符号帳15からの励振ベクトルとが、加算手段18によって加算され、励振信号として合成フィルタ14へ供給され、上記と同

様に、聴覚重み付けフィルタ 2 1 が出力する差信号のエネルギーが最小になるような励振ベクトル（利得付与手段 1 7 が出力する励振ベクトルと、利得付与手段 2 3 が出力する励振ベクトルとの組合せ）が選択される。

【0009】最後に、上記のように選択された適応符号帳 1 5 と雑音符号帳 2 2 とが出力する各励振ベクトルに対して、それぞれ利得付与手段 1 7、2 3 が所定の利得を付与し、このときにおける聴覚重み付けフィルタ 2 1 の出力信号のエネルギーが最小になるような各利得が探索される。

【0010】量子化していない線形予測係数 α_i と、2 つの 1 以下の定数 γ_1 、 γ_2 とを用いて、次の式 (2) によって伝達関数 $w(z)$ が求められ、この伝達関数 $w(z)$ が聴覚重み付けフィルタ 2 1 に使用される。

【0011】

【数 2】

$$w(z) = \frac{1 + \sum_{i=1}^p \alpha_{0i} \gamma_1^i z^{-i}}{1 + \sum_{i=1}^p \alpha_{0i} \gamma_2^i z^{-i}} \quad \dots (2)$$

量子化線形予測係数を示す符号と、適応符号帳 1 5、雑音符号帳 2 2 でそれぞれ選択された励振ベクトルを示す各符号と、利得付与手段 1 7、2 3 に与えられた各最適利得を示す符号とが、音響符号化装置 AC 4 の出力とされる。

【0012】図 9 (2) は、従来の音響符号化装置 AC 5 を示すブロック図である。

【0013】音響符号化装置 AC 5 は、音響符号化装置 AC 4 において、線形予測フィルタ 1 4 と聴覚重み付けフィルタ 2 1 とを合成した聴覚重み付き合成フィルタ 2 4 を、線形予測フィルタ 1 4 の代わりに設けたものである。この場合、入力端子 1 1 からの入力信号を、聴覚重み付けフィルタ 2 1 を通して、減算手段 1 9 へ供給する。

【0014】図 10 は、従来の CELP 方式による従来の音響復号化装置 AD 1 を示すブロック図である。

【0015】音響復号化装置 AD 1 において、入力端子 3 1 から入力された入力符号中の線形予測係数符号が逆量子化手段 3 2 によって逆量子化され、この逆量子化線形予測係数は、フィルタ係数として、線形予測フィルタ 3 3 に設定される。入力符号中のピッチ符号によって、適応符号帳 3 4 から励振ベクトルが切り出され、また、雑音符号によって、雑音符号帳 3 5 から励振ベクトルが選択され、これら符号帳 3 4、3 5 からの各励振ベクトルは、利得付与手段 3 6、3 7 によって、入力符号中の利得符号に応じて、それぞれ利得が付与された後、加算手段 3 8 によって加算され、励振信号として合成フィルタ 3 3 に与えられる。聴覚特性を考慮して量子化雑音が

小さくなるように、合成フィルタ 3 3 からの合成信号がポストフィルタ 3 9 で処理され、出力される。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】従来の CELP 等の時間領域における音響信号符号化装置において、従来の聴覚重み付けフィルタ、合成フィルタ、ポストフィルタは、音声のフォルマントをモデル化できる 10～20 次程度の線形予測によって、フィルタ係数を決定するので、周波数領域において定常的で多数かつ不等間隔のピークを有する音響信号の微細なスペクトル構造を表現することができない。

【0017】したがって、微細なスペクトル構造を有する合成信号を得るには、合成フィルタに入力される励振信号が、その微細スペクトル構造の情報を有する必要がある、この微細スペクトル構造の情報を有する励振信号を符号化するには、多大な情報ビットが必要であり、また、CELP 等の符号帳探索型の符号化方式では、励振信号を符号化するために符号帳探索に多大な演算量を必要とし、実時間での処理が不可能であるという問題がある。

【0018】また、微細スペクトル構造を表現する手段として、線形予測の次数を単純に増加する手法が考えられるが、この手法によれば、求められた予測係数を量子化する方法と比較すると、予測係数を求める過程に必要な計算精度では、予測次数を上げることができないという問題がある。

【0019】また、上記従来例において、聴覚重み付け、雑音抑圧は、10～20 次程度の線形予測係数、単一のピッチ周波数等のパラメータのみで制御されるので、微細なスペクトル構造を考慮した細かな制御は不可能であるという問題がある。

【0020】本発明は、音声を含む音響信号の微細スペクトル構造、この微細スペクトル構造に基づいた聴覚重み付け、雑音抑圧を、ディジタルフィルタとして提供するものである。

【0021】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の発明は、入力信号に対して p 次の線形予測分析を行い、この p 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、 p 次の線形予測によって求められた予測残差信号に対して、 n 次の線形予測を行い、 n 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、それぞれ求められた全極型または移動平均型ディジタルフィルタを縦続に接続したディジタルフィルタである。

【0022】請求項 2 の発明は、音響入力信号と合成信号との差信号が最小になるように符号化符号を決定する符号化装置において、聴覚特性に応じた重み付けを、差信号に対して施す全極型または移動平均型ディジタルフィルタとして、入力信号に対して p 次の線形予測分析を行い、 p 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、

p 次の線形予測によって求められた予測残差信号に対し、n 次の線形予測分析を行い、n 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、それぞれ求められた全極型または移動平均型デジタルフィルタを縦続に接続した音響符号化装置である。

【0023】請求項3の発明は、音響入力信号と合成信号との差信号が最小になるように符号化符号を決定する符号化装置において、聴覚特性に応じた重み付けを差信号に対して施す全極型または移動平均型デジタルフィルタとして、入力信号に対してp 次の線形予測分析を行い、p 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、過去のフレームにおける合成信号に対してm 次の線形予測分析を行い、m 次の線形予測分析によって求められた予測残差信号に対してn 次の線形予測分析を行い、n 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、それぞれ求められたデジタルフィルタを縦続に接続した音響符号化装置である。なお、上記mは、p と等しいものでもよく、多少異なるものでもよい。

【0024】請求項4の発明は、音響入力信号と合成信号との差信号が最小になるように符号化符号を決定する符号化装置において、聴覚特性に応じた重み付けを、差信号に対して施す全極型または移動平均型デジタルフィルタとして、入力信号に対してp 次の線形予測分析を行い、p 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、過去のフレームにおいて量子化線形予測係数からフィルタ係数が決定された合成フィルタへの入力信号を保存し、この保存された信号に対してn 次の線形予測分析を行い、n 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、それぞれ求められたデジタルフィルタを縦続に接続した音響符号化装置である。

【0025】請求項5の発明は、音響入力信号と合成信号との差信号が最小になるように符号化符号を決定する音響符号化／復号化装置において、合成信号の合成を行うデジタルフィルタとして、入力信号に対してp 次の線形予測分析を行い、このp 次の予測係数を量子化して量子化予測係数を作り、p 次の予測係数と量子化予測係数とからそれぞれフィルタ係数を決定し、過去のフレームにおける合成信号に対してm 次の線形予測分析を行い、m 次の線形予測によって求められた予測残差信号に対してn 次の線形予測分析を行い、n 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、それぞれ求められたデジタルフィルタを縦続に接続した音響符号化／復号化装置である。なお、mは、p と等しいものでもよく、多少異なるものでもよい。

【0026】請求項5の発明は、音響入力信号と合成信号との差信号が最小になるように符号化符号を決定する音響符号化／復号化装置において、合成信号の合成を行うデジタルフィルタとして、入力信号に対してp 次の線形予測分析を行い、p 次の予測係数を量子化して量子化予測係数を作り、p 次の量子化予測係数からフィルタ

係数を決定し、過去のフレームにおける合成信号に対してm 次の線形予測分析を行い、m 次の線形予測によって求められた予測残差信号に対してn 次の線形予測分析を行い、n 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、それぞれ求められたデジタルフィルタを縦続に接続する音響符号化／復号化装置である。なお、mは、p と等しいものでもよく、多少異なっているものでもよい。

【0027】請求項6の発明は、音響入力信号と合成信号との差信号が最小になるように符号化符号を決定する符号化／復号化装置において、合成信号の合成を行うデジタルフィルタとして、入力信号に対してp 次の線形予測分析を行い、p 次の予測係数を量子化して量子化予測係数を作り、p 次の量子化予測係数からフィルタ係数を決定し、過去のフレームにおいてp 次の量子化線形予測係数からフィルタ係数が決定された合成フィルタに入力された信号を保存し、保存された信号に対してn 次の線形予測を行い、n 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、それぞれ求められたデジタルフィルタを縦続に接続する音響符号化／復号化装置である。

【0028】請求項7の発明は、音響の符号化符号による復号化合成信号に対して、量子化雑音を聴覚的に抑圧する処理を行うデジタルフィルタとして、過去のフレームを含む復号化合成信号に対してm 次の線形予測分析を行い、m 次の線形予測分析によって求められた予測残差信号に対してn 次の線形予測を行い、n 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、それぞれ求められたデジタルフィルタを縦続に接続した音響復号化装置である。なお、mは、p と等しいものでもよく、多少異なるものでもよい。

【0029】請求項8の発明は、音響の符号化符号による復号化合成信号に対して、量子化雑音を聴覚的に抑圧する処理を行うデジタルフィルタとして、過去のフレームにおいてp 次の線形予測係数からフィルタ係数が決定された合成フィルタに入力された信号を保存し、保存された信号に対してn 次の線形予測分析を行い、n 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、現在のフレームにおける符号化符号から得られたp 次の線形予測係数によってフィルタ係数が決定されたデジタルフィルタとそれぞれ求められたデジタルフィルタとを縦続に接続した音響復号化装置である。

【0030】

【発明の実施の形態および実施例】図1(1)は、本発明の一実施例である音響符号化装置AC1を示すブロック図である。

【0031】この音響符号化装置AC1は、請求項5に対応する実施例であり、図9に示した従来の音響符号化装置AC4において、合成フィルタ14の代わりに合成フィルタ44を設け、m次線形予測分析手段41、LPC逆フィルタ42、n次線形予測分析手段43、第2のフィルタ係数決定手段43aとを設け、第1のフィルタ

係数決定手段13aを設けたものである。

【0032】音響符号化装置AC1において、まず、現フレームにおける入力信号を線形予測分析してp次の線形予測係数 α_{0i} ($i=1, 2, \dots, p$)を求める。この線形予測係数 α_{0i} は、従来の音響符号化装置AC4中の線形予測分析手段12で得られた係数を用いることができる。さらに、この予測係数を量子化し、量子化予測係数 α_i ($i=1, 2, \dots, p$)を求める。通常、pは10から20程度とする。

【0033】次に、過去のフレームにわたる合成信号を線形予測分析手段41で線形予測分析し、m次の線形予測係数 α_k ($k=1, 2, \dots, m$)を求める。なお、上記のように、mは、pと等しくてもよく、多少異なっているてもよい。また、線形予測分析を行う場合、分析対象の信号系列にかけるとしては、非対称窓またはハミング窓等の対称窓のいずれを用いてもよい。

【0034】次に、過去の合成音声に対して、この線形予測係数 α_k をフィルタ係数として、伝達特性が次の式(3)で表わされるデジタルフィルタ42でLPC逆フィルタリングを行い、予測残差信号を求める。

【0035】

【数3】

$$A(z) = 1 + \sum_{i=1}^m \alpha_i z^{-i} \quad \dots (3)$$

次に、求められた過去の合成信号（たとえば1ピッチ前の合成信号）の予測残差信号を、線形予測分析手段43で線形予測分析して、n次の線形予測係数 β_j ($j=1, 2, \dots, n$)を求める。n次の線形予測によって、m次の線形予測では予測しきれない高次の相関を表わすために、nは、mよりも大であることが望ましい。たとえば、符号化対象が音楽である場合、1000以上以上の予測が最適である場合がある。

【0036】次に、得られた係数 α_i 、 β_j を用いて、伝達特性がそれぞれ次の式(4)、式(5)で表わされるデジタルフィルタを縦続接続し、伝達特性が式

(6)で表わされるデジタルフィルタを構成し、合成フィルタ44として用いる。

【0037】図1(2)は、本発明の他の実施例である音響符号化装置AC2を示すブロック図である。

【0038】符号化対象の信号の性質によっては、音響符号化装置AC2のように、複数の励振符号帳の内での一部の励振符号帳からの励振信号のみを、合成フィルタ44でフィルタリングし、それ以外の励振符号帳からの励振信号は、従来の合成フィルタによってフィルタリングするようにしてもよい。

【0039】

【数4】

$$F(z) = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^p \alpha_i z^{-i}} \quad \dots (4)$$

【0040】

【数5】

$$G(z) = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n \beta_i z^{-i}} \quad \dots (5)$$

【0041】

【数6】

$$H(z) = \frac{1}{F(z)G(z)} = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^p \alpha_i z^{-i}} \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n \beta_i z^{-i}} \quad \dots (6)$$

図2(1)は、符号化対象入力信号の対数パワースペクトルの一例を示す図であり、図2(2)は、音響符号化装置AC1による合成フィルタにおいて、包絡を表わすフィルタの対数パワースペクトル特性の一例を示す図であり、図2(3)は、音響符号化装置AC1による合成フィルタにおいて、微細構造を表わすフィルタの対数パワースペクトル特性の一例を示す図であり、図2(4)は、音響符号化装置AC1による合成フィルタの対数パワースペクトル特性の一例を示す図である。

【0042】上記実施例では、符号化対象信号のパワースペクトル特性の包絡を表わすフィルタと微細構造を表わすフィルタとをそれぞれ求め、両フィルタを縦続接続して構成されている。

【0043】図2(1)に表わされる符号化対象信号のパワースペクトル特性を表現する場合、包絡形状は、従来のように量子化された低次のフィルタ係数 α_i で図2(2)のように表現し、微細構造は、過去の合成音声を、高次の分析によって得られた高次のフィルタ係数 β_j で図2(3)のように表現し、それらのフィルタの縦続接続によって、図2(4)のようなパワースペクトル特性を表現できる。上記実施例は、従来例と比較して、復号化装置側に送信するための余分の情報ビットを必要とせず、しかも、より複雑な符号化対象信号のパワースペクトル特性を表現できる。

【0044】また、一回の線形予測分析では、微細構造を表現できる程の高次の分析を行う予測係数を安定して求めることは困難であるが、上記実施例では、高次の分析を行う対象の信号が、低次の相関が除かれた予測残差信号であるので、高次の分析であっても、予測係数を安定して求めることが容易である。なお、安定な予測係数が求められなかった場合は、前のフレームで得られた値、または初期化された値を、安定な予測係数として用

いることができる。

【0045】初期化された値を安定な予測係数として用いる場合でも、量子化された低次の予測係数が求められていれば、その低次の予測による利得は少なくとも保証される。

【0046】また、上記実施例において、合成フィルタに励振信号を入力し、合成信号を得るためには、従来のフィルタリングの操作に加えて、フィルタ係数 β_j によるフィルタリングを必要とするが、従来の音響符号化装置AC5でよく用いられるように、合成フィルタのインパルス応答と零入力応答とをそれぞれ一旦、求めておけば、インパルス応答をフィルタ係数とする移動平均型デジタルフィルタと符号帳とからの励振信号を畳み込んで得られた信号と、零入力応答を入力信号から引いた差信号との誤差が最小になるように、励振信号を選ぶことによって、符号帳中の全ての励振信号について、フィルタ係数 β_j によるフィルタリングの操作を避けることができ、この場合、符号帳探索のみに必要となる演算量は従来と変わらない。

【0047】図3は、本発明の他の実施例を示すブロック図であり、従来の音響符号化装置AC4における聴覚重み付けフィルタ21を改良した聴覚重み付けフィルタ211を示すブロック図である。

【0048】聴覚重み付けフィルタ211は、請求項1、2に対応する発明であり、入力信号系列に対して、 p 次の線形予測分析を行い、 p 次の予測係数を求める p 次線形予測分析手段12と、 p 次の予測係数に基づいて、全極形または移動平均形デジタルフィルタのフィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段12aと、入力信号をLPC逆フィルタ(61)に通して、 p 次の線形予測の予測残差として得られた信号系列について、 n 次の線形予測を行う手段62と、 n 次の予測係数に基づいて、全極形または移動平均形デジタルフィルタのフィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段62aと、 p 次の線形予測によってフィルタ係数が決定された第1の全極形または移動平均形デジタルフィルタ63-1と、 n 次の線形予測によってフィルタ係数が決定された第2の全極形または移動平均形デジタルフィルタ63-2と、第1のフィルタと上記第2のフィルタとを縦続接続する接続手段とを有する聴覚重み付けフィルタである。このように分析を2回に分けることによって、フィルタ設計が自由になる。なお、このフィルタ211を、音響符号化装置にも、音響復号化装置にも使用でき、また、映像等の音響以外の符号化/復号化装置にも使用することができる。

【0049】フィルタ211を音響符号化装置に使用した場合には、音響の入力信号のスペクトル包絡のモデル化を線形予測分析で行い、上記音響の入力信号と符号化符号の合成信号との差信号が最小化するように上記符号化符号を決定し、上記差信号に対して聴覚特性に応じた

重み付けを施す音響符号化装置において、音響の入力信号に対して、 p 次の線形予測分析を行い、 p 次の予測係数を求める p 次の線形予測分析手段12と、 p 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段12aと、上記入力信号をLPC逆フィルタ61に通して得られた p 次の線形予測の残差信号に対して、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測分析手段43と、上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段62aと、上記複数のデジタルフィルタ63-1、63-2を縦続接続する接続手段とからなる。この場合、精密な聴覚重み付けを行うことができる。

【0050】図4は、本発明の別の実施例である聴覚重み付けフィルタ212を示すブロック図である。聴覚重み付けフィルタ212は、従来の音響符号化装置AC4における聴覚重み付けフィルタ21を改良したフィルタであり、請求項3に対応する実施例である。

【0051】聴覚重み付けフィルタ212は、音響の入力信号のスペクトル包絡のモデル化を線形予測分析で行い、上記音響の入力信号と符号化符号の合成信号との差信号が最小化するように上記符号化符号を決定し、上記差信号に対して聴覚特性に応じた重み付けを施す音響符号化装置において、上記音響の入力信号に対して、 p 次の線形予測分析を行い、 p 次の予測係数を求める p 次の線形予測分析手段12と、上記 p 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段12aと、上記音響の入力信号における過去のフレームについての合成信号に対して、 m 次の線形予測分析を行い、 m 次の予測残差信号を求める m 次の線形予測分析手段51と、上記 m 次の予測残差信号に基づいて、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測分析手段53と、上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段53aと、上記複数のデジタルフィルタ54-1と54-2とを縦続接続する接続手段とを有するものである。

【0052】まず、現フレームにおける入力信号を線形予測分析し、 p 次の線形予測係数 α_{0i} ($i=1, 2, \dots, p$)を求める。この線形予測係数 α_{0i} は、音響符号化装置AC4中の線形予測分析手段12で得られたものを用いることができる。通常、 p は、10~20程度とする。

【0053】次に、現フレームと過去のフレームとにわたる入力信号を、線形予測手段51で線形予測分析し、 m 次の線形予測係数 α'_k ($k=1, 2, \dots, m$)を求める。なお、上記のように、 m は、 p と等しくてもよく、多少異なってもよい。また、線形予測分析を行う場合、分析対象の信号系列にかける窓は、非対称窓またはハミング窓等の対称窓のいずれを用いてもよい。

【0054】次に、現フレームと過去のフレームとにわ

たる入力信号に対し、この線形予測係数 α'_k をフィルタ係数として、伝達特性が上記の式(1)の α_k を $\text{inv}(\alpha_k)$ で置き換えたデジタルフィルタ52によって、LPC逆フィルタリングを行い、予測残差信号を求める。

【0055】次に、求められた過去の合成信号の予測残差信号を、線形予測手段53によって線形予測分析し、 n 次の線形予測係数 β_j ($j=1, 2, \dots, n$)を求める。 n 次の線形予測によって、 m 次の線形予測では予測しきれない高次の相関を表わすので、 n は、 m よりも

$$W(z) = \frac{1 + \sum_{i=1}^p \alpha_{0i} \gamma_1^i z^{-i}}{1 + \sum_{i=1}^p \alpha_{0i} \gamma_2^i z^{-i}} \frac{1 + \sum_{i=1}^n \beta_{0i} \gamma_3^i z^{-i}}{1 + \sum_{i=1}^n \beta_{0i} \gamma_4^i z^{-i}} \dots \quad (7)$$

上記実施例においては、従来のフィルタ係数 α_{0i} と1以下の定数、 γ_1 、 γ_2 とで表わされる入力信号のパワースペクトル包絡に基づいた聴覚重み付けフィルタに、高次のフィルタ係数 β_{0i} と1以下の定数 γ_1 、 γ_4 とで表わされる入力信号のパワースペクトルの微細構造に基づいた聴覚重み付けフィルタを付け加えることによって、複数のピッチが混在するような入力信号に対しても、聴覚特性に応じたより細かな制御を行うことができる。

【0058】また、上記実施例においては、合成信号または入力信号に対して、低次の線形予測分析を行い、その予測残差信号に対して高次の線形予測分析を行い、これによって得られた予測係数を用いるデジタルフィルタによって、従来よりも複雑なパワースペクトル特性を表わすことができる。したがって、多数の励振ベクトルをフィルタに通すCELP方式のような符号化において、合成フィルタとして用いることによって、様々な音響信号のパワースペクトル特性を、合成フィルタ励振符号帳内に励振ベクトルのバリエーションとして持つ必要がない点で有効である。また、従来よりも聴覚特性に応じた重み付け、雑音抑圧を細かく制御できる点において有効である。

【0059】この聴覚重み付けフィルタ212によって、精密な聴覚重み付けを行うことができる。

【0060】図5は、本発明の他の実施例である聴覚重み付けフィルタ213を示すブロック図である。聴覚重み付けフィルタ213は、従来の音響符号化装置AC4における聴覚重み付けフィルタ21を改良したフィルタであり、請求項4に対応する実施例である。

【0061】聴覚重み付けフィルタ213は、音響の入力信号のスペクトル包絡のモデル化を線形予測分析で行い、上記音響の入力信号と符号化符号の合成信号との差信号が最小化するように上記符号化符号を決定し、上記差信号に対して聴覚特性に応じた重み付けを施す音響符号化装置において、上記音響の入力信号に対して、 p 次

大であることが望ましい。たとえば、符号化対象が音楽である場合、1000以上の予測が最適な場合がある点は、上記実施例と同様である。

【0056】次に、得られた係数 α_{0i} 、 $\text{inv}(\beta_j)$ と、1以下の定数 γ_1 、 γ_2 、 γ_3 、 γ_4 を用いて、伝達特性が次の式(7)で表わされるデジタルフィルタ54を構成し、音響符号化装置AC4における聴覚重み付けフィルタ21として用いる。

【0057】

【数7】

の線形予測分析を行い、 p 次の予測係数を求める p 次の線形予測分析手段12と、上記 p 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段2aと、上記音響の入力信号における過去のフレームにおいて、量子化予測係数に基づいてフィルタ係数が決定された合成フィルタに入力された信号を保存する信号保存手段15と、上記信号保存手段に保存された信号に対して、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測分析手段62と、上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段62aと、上記複数のデジタルフィルタ63-1と63-2とを縦続接続する接続手段とを有する聴覚重み付けフィルタである。

【0062】聴覚重み付けフィルタ213によって、精密な聴覚重み付けを行うことができる。

【0063】図6は、本発明のさらに別の実施例である音響符号化装置AC3を示すブロック図である。

【0064】音響符号化装置AC3は、請求項6に対応する実施例であり、音響の入力信号のスペクトル包絡のモデル化を線形予測分析で行い、上記音響の入力信号と符号化符号の合成信号との差信号が最小化するように上記符号化符号を決定し、上記合成信号の合成を行う音響符号化/復号化装置において、上記音響の入力信号に対して、 p 次の線形予測分析を行い、 p 次の予測係数を求める p 次の線形予測分析手段12と、上記 p 次の予測係数を量子化し、 p 次の量子化予測係数を作る量子化予測係数作成手段13と、上記 p 次の量子化予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段13aと、上記音響の入力信号における過去のフレームにおいて、 p 次の量子化予測係数に基づいてフィルタ係数が決定された合成フィルタに入力された信号を保存する信号保存手段15と、上記信号保存手段に保存された信号に対して、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測分析手段43と、上記 n

次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段43aと、上記複数のデジタルフィルタ44-1と44-2とを縦続接続する接続手段とを有する音響符号化装置である。また、音響符号化装置AC3は、音響復号化装置にも適用することができる。

【0065】音響符号化装置AC3によれば、スペクトルを精密に合成することができるという利点がある。

【0066】図7は、本発明のさらに別の実施例であるポストフィルタ391を示すブロック図である。ポストフィルタ391は、従来の音響復号化装置AD1におけるポストフィルタ39を改良したものであり、請求項7に対応する実施例である。

【0067】ポストフィルタ391は、音響信号の符号化符号から得られる（合成される）復号化合成信号に対して、量子化雑音を聴覚的に抑圧する音響復号化装置において、過去のフレームを含む上記復号化合成信号に対して、m次の線形予測分析を行い、m次の予測残差信号を求めるm次の線形予測分析手段71と、上記LPC逆フィルタ72を通して得られたm次の予測残差信号に対して、n次の線形予測分析を行い、n次の予測係数を求めるn次線形予測手段73と、上記n次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段73aと、上記符号化符号から得られたn次の線形予測係数によってフィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段32aと、包絡聴覚重み付けフィルタ74-1と、微細構造聴覚重み付けフィルタ74-2とを縦続に接続する接続手段とを有する音響復号化装置におけるポストフィルタである。

【0068】ポストフィルタ391によれば、聴覚特性に適したポストフィルタを作ることができる。

【0069】図8は、本発明の別の実施例であるポストフィルタ392を示すブロック図である。ポストフィルタ392は、従来の音響復号化装置AD1におけるポストフィルタ39を改良したものであり、請求項8に対応する実施例である。

【0070】ポストフィルタ392は、音響信号の符号化符号から合成された復号化合成信号に対して、量子化雑音を聴覚的に抑圧する音響復号化装置において、過去のフレームにおいて、上記入力符号から得られたp次の線形予測係数からフィルタ係数が決定された合成フィルタに入力された信号を保存する信号保存手段82と、上記保存された信号に対して、n次の線形予測分析を行い、n次の予測係数を求めるn次の線形予測手段83と、上記n次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段83aと、現在のフレームにおける上記符号化符号から得られたn次の線形予測係数によってフィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段32aと、包絡聴覚重み付けフィルタ84-1と、微細構造聴覚重み付けフィルタ84-2と、

フィルタ84-1と84-2とを縦続に接続する接続手段とを有するポストフィルタである。

【0071】ポストフィルタ392によれば、聴覚特性に適したポストフィルタを作ることができる。

【0072】

【発明の効果】本発明によれば、合成信号または入力信号に対して、低次の線形予測分析を行い、その予測残差信号に対して高次の線形予測分析を行い、これによって得られた予測係数を用いるデジタルフィルタによって、従来よりも複雑なパワースペクトル特性を表わすことができるという効果を奏することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1（1）は、本発明の一実施例である音響符号化装置AC1を示すブロック図であり、図1（2）は、本発明の他の実施例である音響符号化装置AC2を示すブロック図である。

【図2】上記実施例における対数パワースペクトル特性を示す図である。

【図3】本発明の他の実施例を示すブロック図であり、従来の音響符号化装置AC4における聴覚重み付けフィルタ21を改良した聴覚重み付けフィルタ211を示すブロック図である。

【図4】本発明の別の実施例である聴覚重み付けフィルタ212を示すブロック図であり、聴覚重み付けフィルタ212は、従来の音響符号化装置AC4における聴覚重み付けフィルタ21を改良したフィルタであり、請求項3に対応する実施例である。

【図5】本発明の他の実施例である聴覚重み付けフィルタ213を示すブロック図であり、聴覚重み付けフィルタ213は、従来の音響符号化装置AC4における聴覚重み付けフィルタ21を改良したフィルタであり、請求項4に対応する実施例である。

【図6】本発明のさらに別の実施例である音響符号化装置AC3を示すブロック図である。

【図7】本発明のさらに別の実施例であるポストフィルタ391を示すブロック図である。ポストフィルタ391は、従来の音響復号化装置AD1におけるポストフィルタ39を改良したものであり、請求項7に対応する実施例である。

【図8】本発明の別の実施例であるポストフィルタ392を示すブロック図である。ポストフィルタ392は、従来の音響復号化装置AD1におけるポストフィルタ39を改良したものであり、請求項8に対応する実施例である。

【図9】CELP方式による従来の音響符号化装置を示すブロック図であり、図9（1）は、従来の音響符号化装置AC4を示すブロック図であり、図9（2）は、従来の音響符号化装置AC5を示すブロック図である。

【図10】CELP方式による従来の音響復号化装置AD1を示すブロック図である。

【符号の説明】

AC 1、AC 2、AC 3…音響符号化装置、

1 2… p 次線形予測分析手段、

1 3…量子化手段、

1 4…線形予測合成フィルタ、

1 5…適応符号帳、

1 6…制御手段、

1 7、2 3…利得付与手段、

1 8…加算手段、

1 9…減算手段、

2 1…聴覚重み付けフィルタ、

2 2…雑音符号帳、

4 1、5 1… m 次線形予測分析手段、

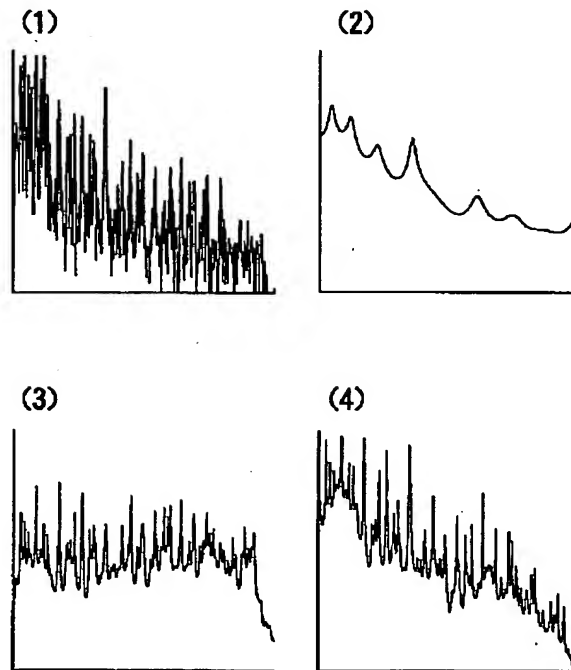
4 2、5 2…LPC逆フィルタ、

4 3、5 3… n 次線形予測分析手段、4 4…線形予測合成フィルタ（ n 次線形予測合成フィルタと p 次線形予測合成フィルタ）、

AD 1…音響復号化装置、

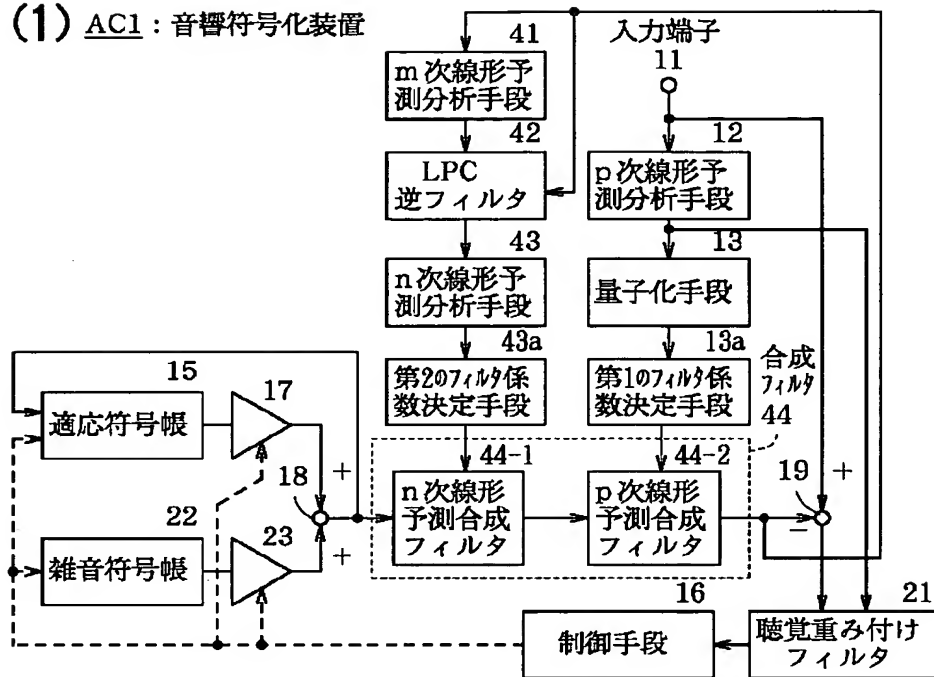
5 4…デジタルフィルタ（包絡聴覚重み付けフィルタと微細構造聴覚重み付けフィルタ）。

【図 2】

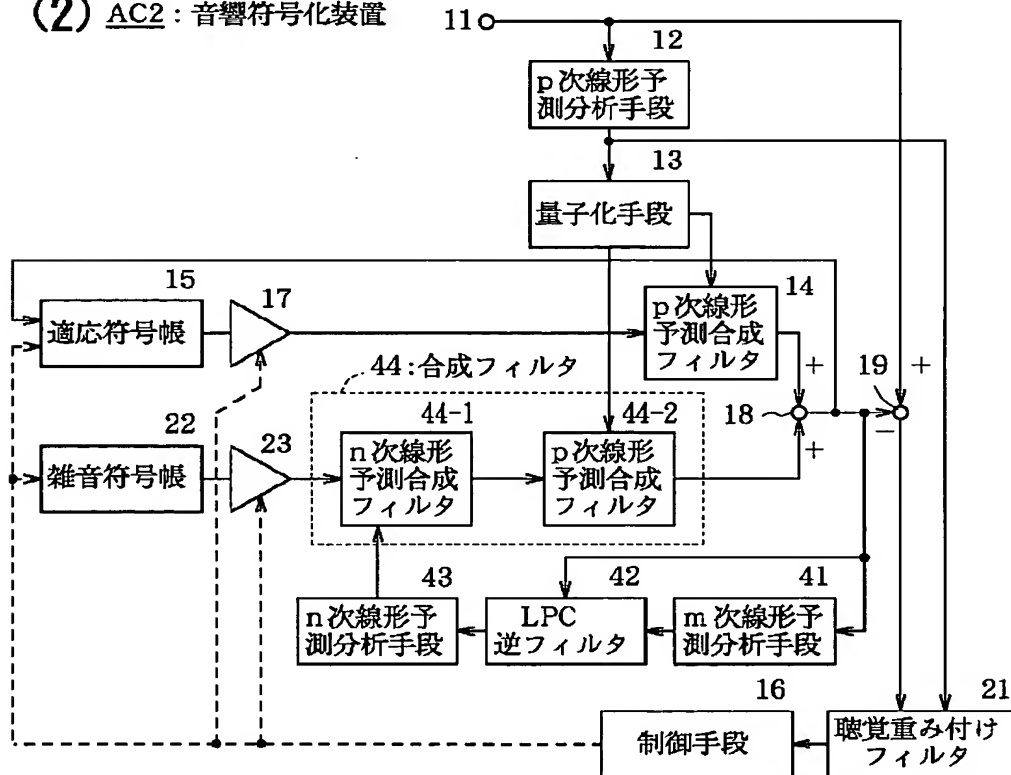


【図1】

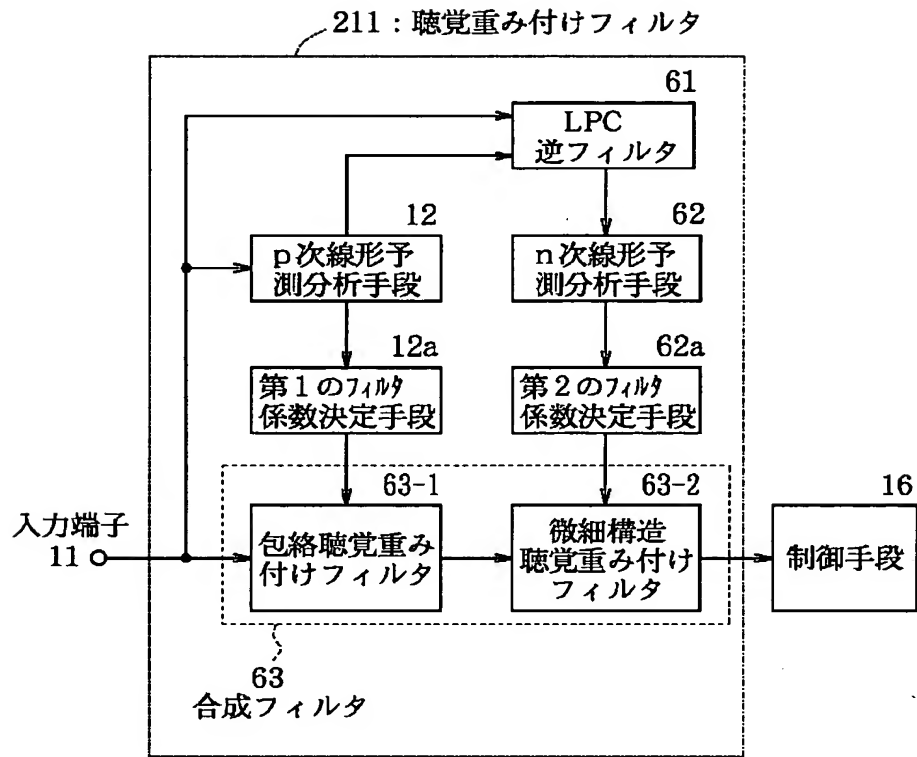
(1) AC1: 音響符号化装置



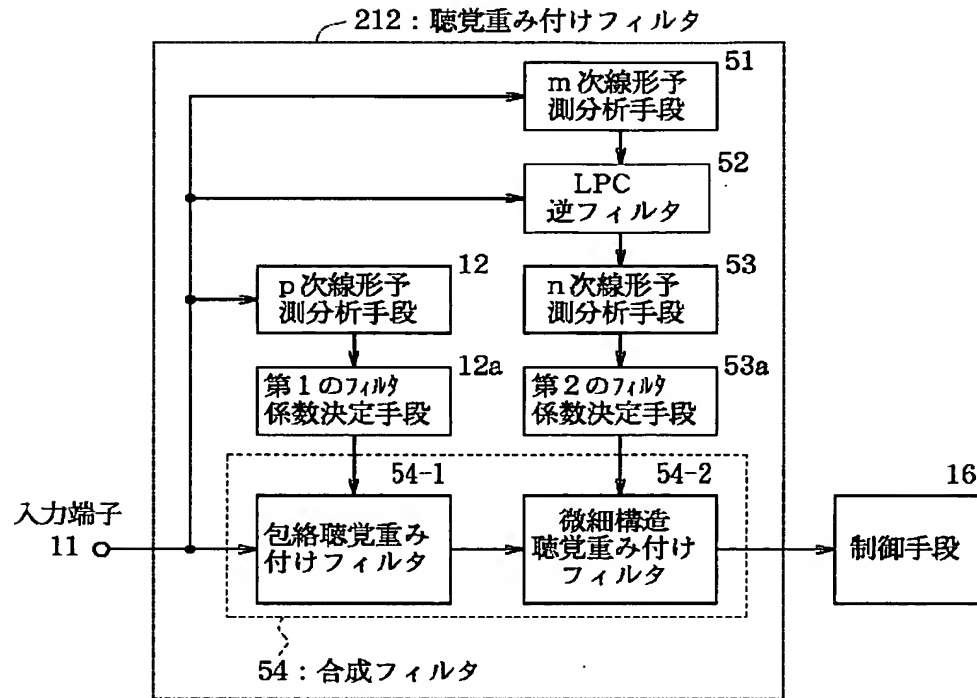
(2) AC2: 音響符号化装置



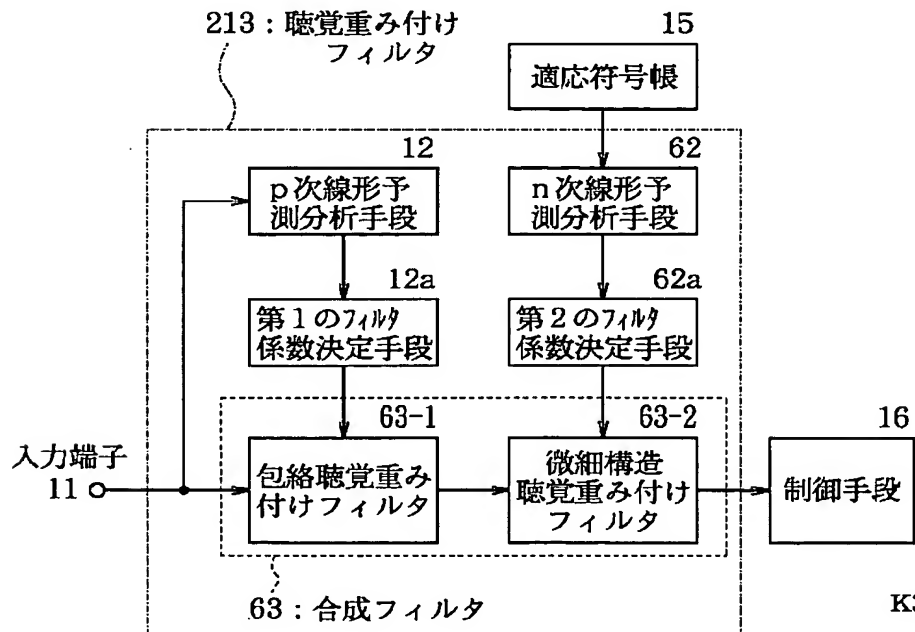
【図3】



【図4】

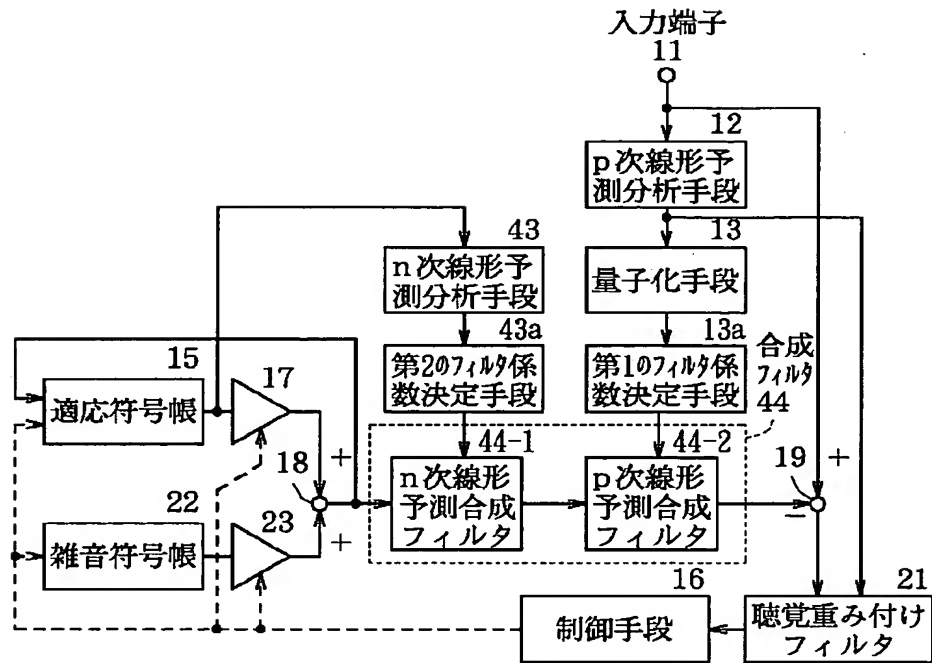


【図5】



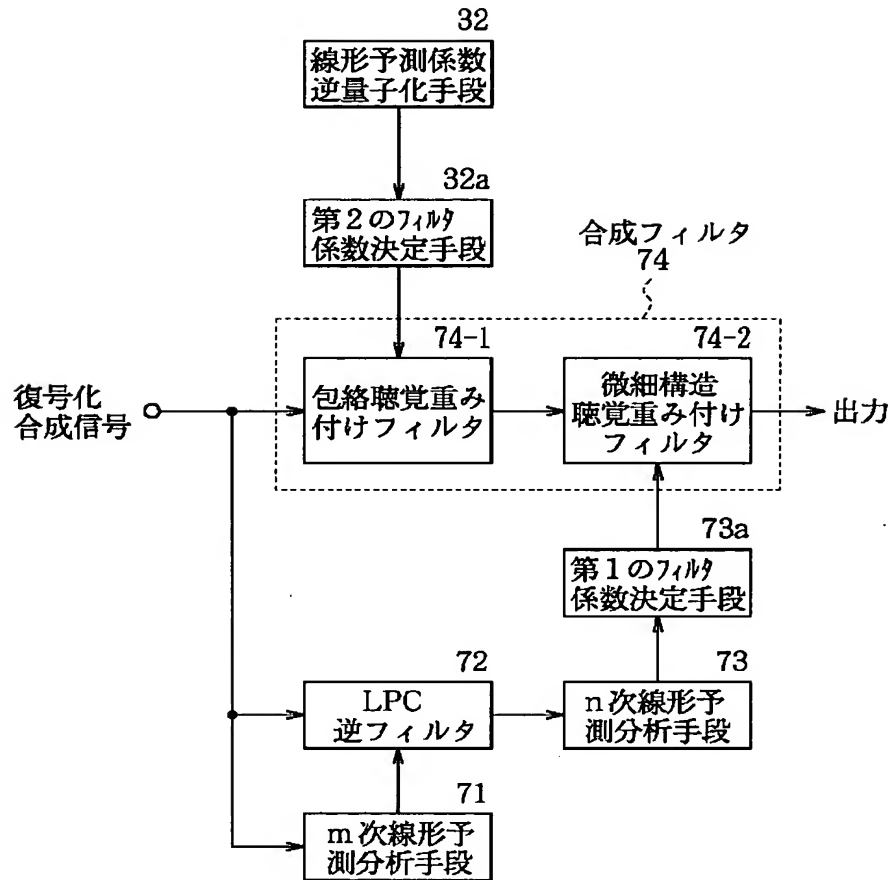
【図6】

AC3：音響符号化装置

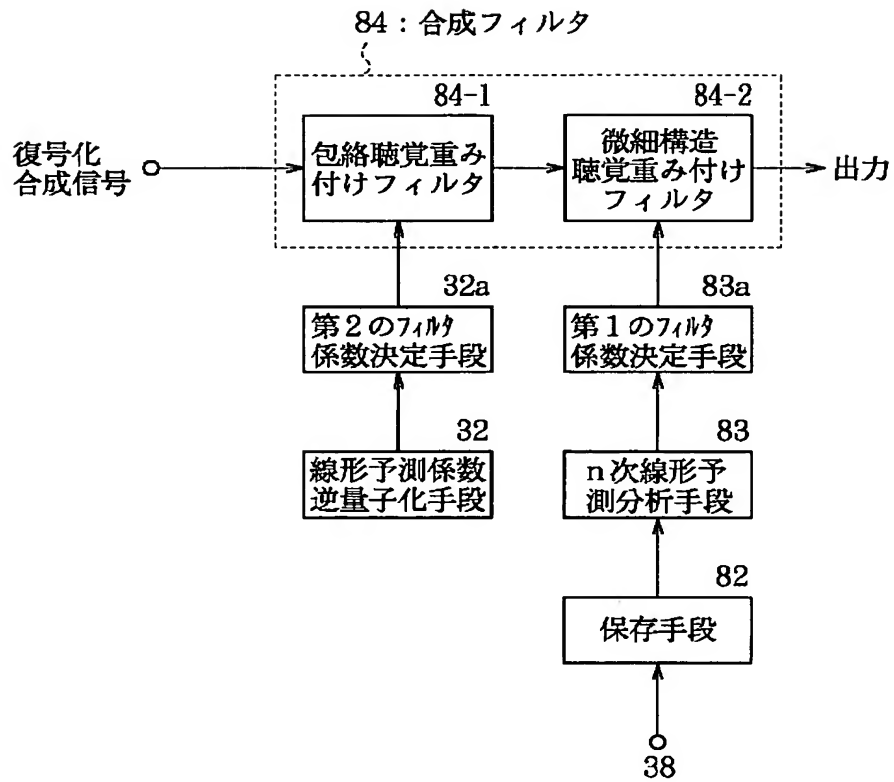


【図7】

391: ポストフィルタ

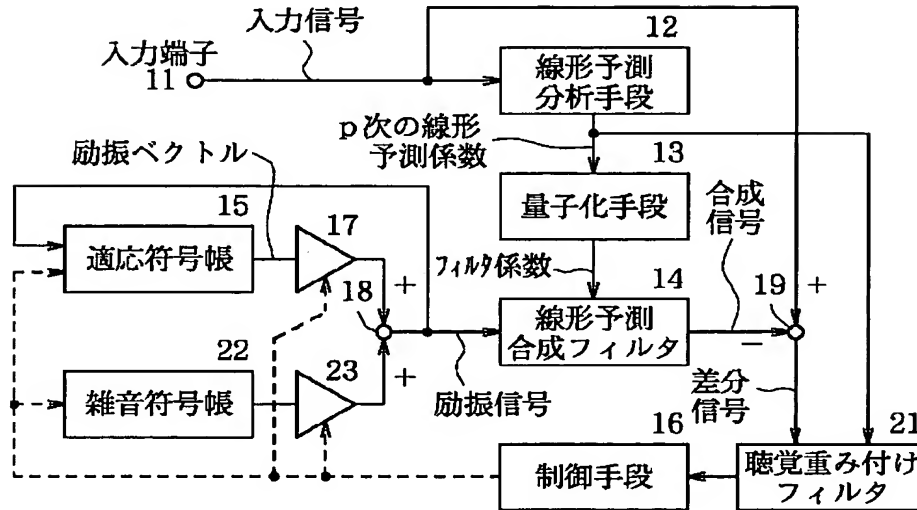


【図8】

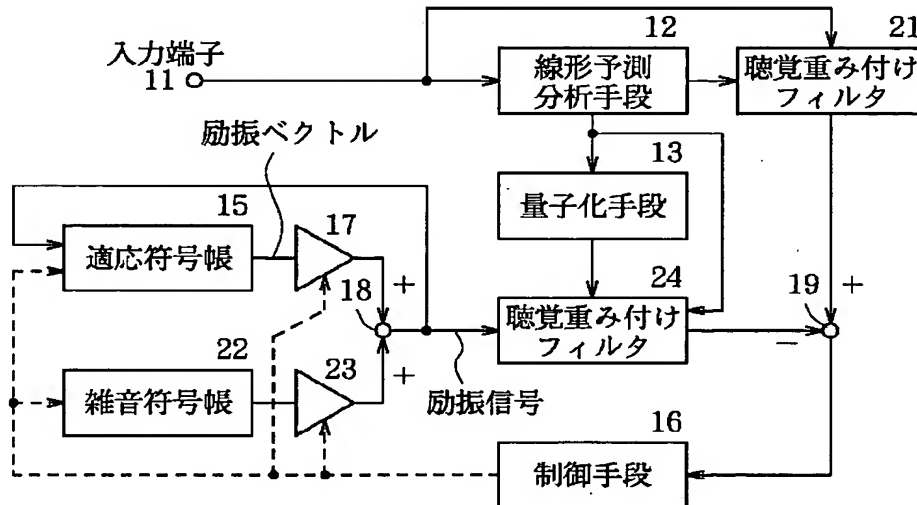
392 : ポストフィルタ

【図9】

(1) AC4: 従来の音響符号化装置

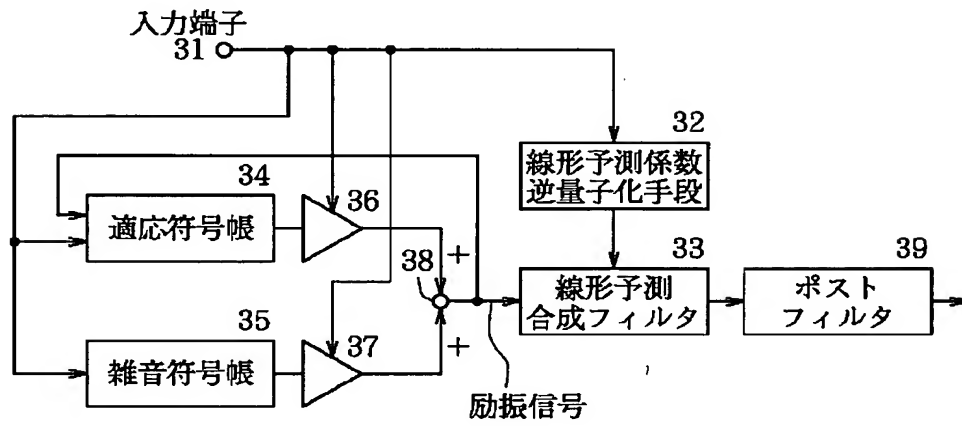


(2) AC5: 従来の音響符号化装置



【図10】

AD1：従来の音響復号化装置



K3770

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6
H 0 3 H 17/02
H 0 3 M 7/30

識別記号
6 8 1
庁内整理番号
9274-5 J
9382-5 K

F I
H 0 3 H 17/02
H 0 3 M 7/30

技術表示箇所
6 8 1 D
B

(72) 発明者 林 伸二
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内